Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. Bürger.

# Die relative Systolendauer bei Myodegeneratio cordis im Elektrokardiogramm

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

Vorgelegt am 24. XI. 1937

von
**Gustav Königs**
aus Aachen (Rhl.)

Bonn 1938

Verlag Gebr. Scheur (Bonner Universitäts-Buchdruckerei)

Referent: Dozent Dr. Schlomka.
Korreferent: Prof. Dr. Martini.

R.UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Bonn.

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554806_0092

## Einleitung.

Nachdem in der Elektrokardiographie die zeitlichen Verhältnisse der Herztätigkeit und ihre Beziehungen zueinander bei Gesunden jeder Altersklasse eingehend untersucht worden sind und auffallende Gesetzmäßigkeiten im Ablauf von Systole und Diastole gezeitigt haben, lag es nahe, die Herzstromkurve und besonders die relative Systolendauer, d. h. die Systolendauer im Verhältnis zum Gesamtschlagintervall, bei an Myodegeneratio Erkrankten auszuwerten. Während Schlomka und Mitarbeiter zunächst das Verhalten und die Abhängigkeit der relativen Systolendauer des Gesunden vom Alter und akuter (körperliche Anstrengung) oder chronischer (Hypertonie) Herz- und Kreislaufbelastung untersuchten und ausgesprochene Veränderungen in der zeitlichen Beziehung feststellten, soll in vorliegender Arbeit das Verhalten der relativen Systolendauer unter dem Einfluß einer organischen Herzmuskelerkrankung geprüft werden.

Die Herzstromkurven wurden dem Archiv der Medizinischen Poliklinik zu Bonn entnommen. Es handelt sich um Patienten, bei denen zum großen Teil auf Grund der klinischen Untersuchung eine Myodegeneratio bei normalem oder erhöhtem Blutdruck festgestellt wurde; zum andern Teil bot das Bild der Herzstromkurve die Zeichen einer beginnenden oder schon mehr oder weniger ausgeprägten Muskelerkrankung. Die ausgemessenen Herzkurven stammen zu 99% von Patienten, die nicht mit Digitalis behandelt wurden und prak-

tisch also fast ganz oder zumindest leidlich kompensiert waren.

Um das Verhältnis von Systole zum Schlagintervall zahlenmäßig auszudrücken, wurden die für die Systole und das Schlagintervall gefundenen Werte in Anlehnung an die bisherigen Arbeiten von Schlomka und Mitarbeitern in die von Fridericia angegebene Formel eingesetzt, nach welcher die Länge der Systole als Funktion der 3. Wurzel aus dem Schlagintervall dargestellt wird (Messung in Sek./100). Als Systole wurde im Elektrokardiogramm die Strecke vom Beginn von Q bis zum Ende von T ausgemessen und nach dem Abstecken auf der Zeitkurve in Sek./100 umgerechnet. Als Ende von T gilt der Schnittpunkt des aufsteigenden (bei Fällen mit negativem T) bezw. absteigenden Schenkels der Nachschwankung mit der als Abszisse gedachten Isoelektrischen. Das Schlagintervall ließ sich aus der Strecke R—R mühelos und genauestens in Sek./100 ausrechnen, Mit einer einzigen Ausnahme liegt den 188 Krankheitsfällen die Ausrechnung der gesuchten Werte aus der 2. Ableitung zugrunde, einmal, weil die bisherigen Berechnungen jeweils mit der Ableitung 2 durchgeführt wurden, zum zweiten, weil auch bei den Myokardkranken sich das Ende von T am besten in Ableitung 2 abgrenzen ließ. Um die Sicherheit der Messung zu erhöhen, wurden außerdem für jeden einzelnen Fall, entsprechend dem früheren Vorgehen von Schlomka und Mitarbeitern, jeweils 5—7 Pulsperioden ausgemessen und aus ihnen das arithmetische Mittel für die Systole errechnet und der Ermittelung von F zugrunde gelegt. Um fernerhin brauchbare Werte zu erhalten, wurden bei der Auswahl meiner Fälle alle die Herzmuskelkranken außer acht gelassen, die irgendeine Rhythmus- oder Leitungsstörung aufwiesen. Selbst die wenigen Fälle, bei denen das Bild der Herzstromkurve Sinusarhythmien zeigte, welche nicht sicher als respiratorisch angesprochen werden konnten, wurden nicht berücksichtigt.

Maßgebend für die Berechnung der für Systole und Schlagintervall gefundenen Werte war, wie oben erwähnt, die Formel nach Fridericia: $\text{Systole} = F \sqrt[3]{\text{Schlagintervall}}$. In Anlehnung an die vorausgegangenen Arbeiten wurde auch hier die von Fridericia angegebene Gleichung derart umgeformt, daß der Faktor F, der das Verhältnis von Systole zum Schlagintervall zum Ausdruck bringt, für jeden einzelnen Fall bestimmt wurde.

$$\text{Also: } F = \text{Systole} : \sqrt[3]{\text{Schlagintervall}}.$$

(Bei Messung der Systole und der Gesamtschlagfrequenz in Sek./100.)

## Ergebnisse.

### I.

Der Gesamtdurchschnittswert des Faktors F betrug bei 188 Fällen nach Tabelle 1 $F = 8{,}29$, ein Wert, der mit einer Differenz von $d = +0{,}23$ über dem von Schlomka und Raab bei Herzgesunden für das zugehörige mittlere Alter von 53 Jahren gefundenen Durchschnittswert liegt. Zum zweiten liegt aber auch bei unsern Herzkranken der systolische Druck im Mittel um 28 mm Hg höher als bei den Herzgesunden von Schlomka und Raab, während die Schlagfrequenz mit $p = 75{,}6$ kaum über der Norm liegt.

Tabelle 1.

| | Alter im Mittel | Systol. Druck im Mittel | Schlag-intervall p | Faktor F | | | $F_n$ | $d = F - F_n$ | Anzahl der Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Mittelwert | Fehler dess. $\pm \mu_M$ | Streuung d. Faktors $\pm \mu$ | | | |
| Gesamtmaterial | 53 | 159,7 | 75,64 | 8,29 | 0,04 | 0,56 | 8,06 | +0,23 | 188 |

Dieser Betrag von $d = +0{,}23$ erscheint an sich nicht so beträchtlich, als daß er möglicherweise nicht bloß zufällig bedingt

sein könnte. Dieser Einwand wird indessen hinfällig schon angesichts des Ergebnisses der Tabelle 2. Denn bei Aufteilung des Gesamtmaterials der Tabelle 1 in drei Altersgruppen ergibt jede derselben (trotz des statistisch wesentlich verkleinerten Umfanges) einen positiven Wert für d, und zwar außerdem von etwa gleicher Größe.

Tabelle 2.

| Alter | | An- | Faktor F | | | $F_n$ | d | Systol. | Schlag- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bereich | Durch- schnitt | zahl der Fälle | Mittel- wert | Fehler dess. $\pm \mu_M$ | Streu- ung $\pm \mu$ | | | Druck im Mittel | inter- vall p i. Mit. |
| 14—49 J. | 38,2 | 63 | 8,18 | 0,06 | 0,56 | 7,96 | +0,22 | 137 | 75,1 |
| 50—60 J. | 55,1 | 76 | 8,33 | 0,06 | 0,57 | 8,08 | +0,25 | 166,4 | 75,2 |
| 61—77 J. | 66,2 | 49 | 8,41 | 0,07 | 0,54 | 8,14 | +0,27 | 168,6 | 75,3 |

Daneben aber zeigt die Tabelle 2 mit der Alterszunahme eindeutig ein Anwachsen des Faktors, wie es von Schlomka und Raab am Elektrokardiogramm des Herzgesunden nachgewiesen wurde. Im einzelnen erscheint diese Altersverlängerung der relativen Systolendauer dann aber mit steigendem Alter noch etwas stärker als beim Gesunden; denn die plus-Abweichung von d erfährt in den einzelnen Altersklassen der Tabelle 2 eine leichte Steigerung.

## II.

Angesichts der Tatsache, daß einerseits die relative Systolendauer nach dem Befund von Schlomka und Theiss in der Regel vom Verhalten des arteriellen Blutdruckes abhängig ist, und andererseits der mittlere systolische Druck mit 160 mm Hg um 28 mm Hg höher lag, als der für das gleiche Alter im Mittel bei den Herzgesunden von Schlomka und Raab, ergab sich die Notwendigkeit, die Verhältnisse des Blutdruckes und seiner möglichen Einwirkung auf die relative Systolenlänge auch für die Herzmuskelkranken

im einzelnen zu untersuchen. Zu diesem Zwecke haben wir das vorliegende Material in Tabelle 3 nach dem Blutdruck als solchem in 3 Gruppen unterteilt und die zugehörigen Mittelwerte für Alter, Schlagintervall und Faktor F ermittelt.

Tabelle 3.

| Systol. Druck in mm Hg | | Anzahl der Fälle | Faktor F | | | $F_n$ | $F-F_n = d$ | Alter im Mittel | $RR_n$ | $RR-RR_n = \Delta_{RR}$ | Schlagintervall p im Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bereich | Durchschnitt | | Mittelwert | Fehler dess. $\pm \mu_M$ | Streuung $\pm \mu$ | | | | | | |
| 100—140 | 127 | 86 | 8,26 | 0.06 | 0,56 | 8,02 | + 0,24 | 45,9 | 132 | — 5 | 76,4 |
| 145—180 | 161 | 66 | 8,25 | 0,07 | 0,58 | 8,08 | + 0,17 | 55,9 | 142 | + 19 | 75,6 |
| 190—300 | 218 | 36 | 8,48 | 0,10 | 0,60 | 8,11 | + 0,37 | 59,5 | 145 | + 73 | 73,2 |

Bei einem solchen Vorgehen ergab sich dann zunächst auch für alle drei Blutdruckgruppen ein positiver Wert von d und somit eine weitere Bestätigung des diesbezüglichen Befundes in Tabelle 1 und 2. Eine sichere Abhängigkeit der Größe von d von der Höhe des Blutdruckes bezw. seiner abnormen Erhöhung $\Delta_{RR}$ läßt sich jedoch nicht erkennen. Auffällig erscheint allerdings der sehr hohe Wert für $d = +0{,}37$ in der letzten Gruppe der Tabelle 3; da dieselbe sich hinsichtlich der Schlagfrequenz kaum und auch hinsichtlich des Alters von den beiden andern nicht so wesentlich unterscheidet, ist es doch naheliegend, die für diese Gruppe gefundene ganz besondere Systolenverlängerung mit der starken Blutdruckerhöhung $\Delta_{RR} = +73$ mm Hg in Zusammenhang zu bringen. Indessen liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung offenbar nicht einheitlich bezw. ganz einfach.

Denn in Tabelle 4 ergibt sich bei Unterteilung der drei Klassen der Tabelle 2 in je zwei Blutdruckgruppen zwar für den höchsten Wert der abnormen Blutdruckerhöhung von $\Delta_{RR} = +69{,}5$ auch das größte $d = +0{,}53$. In den beiden an-

Tabelle 4.

| Alters-bereich | Systol. Druck Bereich | Mittel | Mittl. Alter | F | d | $\Delta_{RR}$ | p | Zahl der Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| < 50 | < 137 | 122,8 | 35,5 | 8,26 | + 0,28 | — 5,2 | 77,8 | 35 |
| | > 137 | 154,6 | 41,4 | 8,07 | + 0,08 | + 24,6 | 74,5 | 28 |
| 50—60 | < 166 | 139,1 | 55,1 | 8,15 | + 0,07 | — 2,9 | 74,2 | 49 |
| | > 166 | 211,5 | 55,1 | 8,61 | + 0,53 | + 69,5 | 73 | 27 |
| > 60 | < 169 | 137,8 | 65,6 | 8,44 | + 0,29 | — 10,2 | 75,9 | 22 |
| | > 169 | 194,2 | 66,8 | 8,37 | + 0,21 | + 46,2 | 74,9 | 27 |

deren Altersgruppen ist dagegen d bei den Kranken mit höherem Blutdruck, besonders bei den Jugendlichen unserer Kranken niedriger. Für die hohen Altersbereiche entspricht dies allerdings etwa dem Verhalten, wie es sich bei noch nicht myokardgeschädigten Hypertonikern in den Untersuchungen von Schlomka und Theiss ergab. Denn dort fand sich z. B. für die 64 Jährigen mit $\Delta_{RR} = 21$ ein $d = \pm 0{,}0$, für die 63 Jährigen mit $\Delta_{RR} = 58$ dagegen ein $d = -0{,}04$. Vielleicht entspricht aber auch der auffallend niedrige Wert von $d = +0{,}08$ in der zweiten Gruppe der Klasse I in Tabelle 4 dem Verhalten bei den nicht myokardgeschädigten Hypertonikern. Denn bei diesen fand sich z. B. in Tabelle IV der Arbeit von Schlomka und Theiss für die Kranken des fünften Lebensjahrzehntes mit nur mäßiger Hypertonie bei einem mittleren Alter von 46 Jahren und einem mittleren $\Delta_{RR}$ von 23 ein $d = -0{,}38$ vor. Zusammenfassend folgt also danach auch bei Herzmuskelkranken das Verhalten der relativen Systolenlänge in bezug auf die Abhängigkeit vom Blutdruck bezw. einer abnormen Blutdruckerhöhung grundsätzlich den gleichen Regeln wie beim noch nicht myokardgeschädigten Hypertoniker; nur sind die Werte von d im ganzen nach oben verschoben.

## III.

Die Untersuchungen von Schlomka und Theiss am Elektrokardiogramm des Hochdruckkranken haben neben der Abhängigkeit der relativen Systolendauer vom Alter und vom systolischen Druck eine Frequenzabhängigkeit ergeben insofern, als nämlich mit wachsendem p, d. h. sinkender Pulszahl der Faktor stetig zunimmt. Es schien deshalb notwendig, auch das vorliegende Material auf das evtl. Bestehen einer solchen abnormen Frequenzabhängigkeit der Systolenlänge zu überprüfen. Die zu diesem Zweck vorgenommene Aufteilung in Tabelle 5 ergibt jedoch beim Myokardkranken keine sicheren Besonderheiten.

Tabelle 5.

| p in Sek./100 | | Anzahl der Fälle | Faktor F | | | $F_n$ | d | Alter im Mittel | Systol. Druck im Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bereich | Mittel | | M | $\pm \mu_M$ | $\pm \mu$ | | | | |
| 47— 60 | 55,5 | 27 | 8,31 | 0,12 | 0,66 | 8,05 | + 0,26 | 51,2 | 155,6 |
| 60— 76 | 68,8 | 66 | 8,28 | 0,06 | 0,49 | 8,06 | + 0,22 | 51,6 | 161,9 |
| 76— 91 | 82,2 | 64 | 8,35 | 0,07 | 0,60 | 8,07 | + 0,28 | 53,7 | 157,0 |
| 91—143 | 99,1 | 29 | 8,14 | 0,10 | 0,55 | 8,06 | + 0,08 | 52,8 | 145,6 |

Sämtliche Faktor-Werte liegen auch hier über dem Durchschnitt. Größenmäßig fällt nur der F-Wert der letzten Gruppe mit einem auffallend niedrigen Wert von $d = +0{,}08$ heraus. Da aber zugleich der zugehörige Blutdruckwert verhältnismäßig niedrig liegt, dürfte der tiefe F-Wert seine Erklärung gefunden haben.

## IV.

Wenn somit auch die relative Systolenlänge bei Herzmuskelkranken sich als sicher verlängert erweist, so ergaben sich natürlich im einzelnen doch erhebliche Abweichungen von

dem Verhalten des Mittelwertes. Im Hinblick gerade auf die evtl. Anwendung der erhobenen Befunde in der Praxis der klinischen Elektrokardiographie war es deshalb notwendig, die Streuungsverhältnisse von F für das vorliegende Material näher zu klären.

Zu diesem Zwecke wurde deshalb sowohl für die Gesamtheit unserer Fälle wie auch für die einzelnen Gruppen der Tabellen 2, 3 und 4 die mittlere quadratische Streuung in der üblichen Weise bestimmt. Die derart gefundenen Werte sind nun sowohl für das Gesamtmaterial (Tab. 1) wie für alle Einzelgruppen der Tabellen 2, 3 und 4 mit $\pm 0{,}49$—$0{,}66$ deutlich größer als die bei Gesunden von Schlomka und Raab in den entsprechenden Altersbereichen ermittelten Werte von $\pm$ 0,31—0,41 und entsprechen vielmehr den bei noch nicht myokardgeschädigten Hypertonikern gefundenen. Es besagt dies also, daß trotz des im allgemeinen deutlichen Sonderverhaltens der relativen Systolenlänge bei Herzmuskelkranken im Sinne einer Verlängerung im einzelnen doch erhebliche Abweichungen vorkommen, und zwar sowohl nach oben wie nach unten vom durchschnittlichen Verhalten.

Es lag deshalb nahe, aus den untersuchten Elektrokardiogrammen alle diejenigen herauszusuchen, welche außerhalb der von Schlomka und Raab an Gesunden gefundenen und als erstes Normgrenzmaß für F benutzten Streuung $\pm \mu$ lagen.

Tabelle 6.

| | Anzahl der Fälle | |
|---|---|---|
| | absolute | in % von 188 |
| ausserhalb des normalen Streubereiches | 64 | 34% |
| I. unterhalb des normalen Streubereiches | 19 | 10% |
| II. oberhalb des normalen Streubereiches | 45 | 24% |

Die unter diesem Gesichtspunkt gewonnene Tabelle 6 ergibt zunächst die für die elektrokardiographische Praxis

wichtige Tatsache, daß trotz der verhältnismäßig großen Werte von $\mu$ von den untersuchten Myokardkranken etwa nur ein Drittel hinsichtlich der relativen Systolendauer außerhalb des normalen Streubereiches liegt. Damit erhält zwar einerseits die Möglichkeit einer praktischen Auswertung der relativen Systolenlänge eine erhebliche Einschränkung, andererseits ergibt die weitere Untersuchung doch wieder gewisse positive Anhaltspunkte. Denn Tabelle 8 zufolge finden sich zwischen Gruppe I und II in elektrokardiographischer Hinsicht doch gewisse Unterschiede. Im einzelnen lassen dieselben zwar keine einheitliche Bewertung zu. Immerhin fällt doch auf, daß die Gruppe I einen höheren Prozentsatz von ausgesprochen linkstypischen Elektrokardiogrammen aufweist, obwohl doch nach Tabelle 7 der Blutdruck und etwas auch das Alter niedriger liegen.

Tabelle 7.

| | F | Untere bezw. obere Normgrenze $F_g$ | $\Delta = F - F_g$ | Alter im Mittel | Systol. Druck im Mittel | Schlagintervall p | Anzahl der Fälle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gruppe I | 7,43 | 7,68 | — 0,25 | 50,8 | 147,5 | 80,2 | 19 |
| Gruppe II | 9,09 | 8,46 | + 0,63 | 54,6 | 164,2 | 75,4 | 45 |

Tabelle 8.

| Elektrokardiographische Deutung sämtlicher 3 Ableitungen | Gruppe I 18 Fälle | davon = % | Gruppe II 39 Fälle | davon = % |
|---|---|---|---|---|
| Kammeranfangsschwankung in allen Ableitungen positiv . | 0 | 0 | 15 | 38,5 % |
| Kammeranfangsschwankung auffallend klein . . . . | 7 | 38,9 % | 3 | 7,7 % |
| Ausgesprochener Linkstyp . . | 6 | 33,3 % | 8 | 20,5 % |
| Zwischenstück in Ableitung 1 atypisch, verläuft ober- bezw. unterhalb der Isoelektrischen | 4 | 22,2 % | 18 | 43,6 % |

Der Tatsache, daß elektrokardiographisch auffällige Linkstypen bei normalem Blutdruck häufig ungünstiger zu bewerten sind, und daß also die Gruppe I funktionell schlechter zu bewerten wäre, würde entsprechen, daß sich dort Herzstromkurven mit abnorm kleinen Ausschlägen in allen Ableitungen wesentlich häufiger finden als in Gruppe II. Nicht recht zu einer solchen Auffassung stimmt jedoch, daß dagegen die sonst prognostisch so wichtige Atypie des Zwischenstückes in Ableitung 1 und 2 bei der Gruppe II entschieden öfter sich findet.

## Erörterung der Ergebnisse.

Zusammenfassend haben also die Untersuchungen zu den Ergebnissen geführt, daß im allgemeinen jedenfalls das muskelkranke Herz eine verhältnismäßig lange bezw. zu lange Systole aufweist und zwar auch in bezug auf das jeweilige Alter und die Blutdruckhöhe.

Die wesentliche Bedeutung dieser Feststellung liegt wohl darin, daß sie einen neuen Weg aufweist, auf welchem sich das muskelgeschädigte Herz seiner Aufgabe anpaßt. Denn an und für sich bedingt schon die Verlängerung der Systole nach den Untersuchungen von Bohnenkamp und Mitarbeitern eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Systole und bedeutet also praktisch gesehen schon einen gewissen Energiegewinn für das muskelkranke Herz. Vor allem aber sinkt mit relativer Verlängerung der Systole, wie Schlomka aus den Gleichungen von Brömser und Ranke abgeleitet hat, der zur Bewältigung eines gegebenen Zeitvolumens gegen einen gegebenen Abstromwiderstand bezw. arteriellen Druck benötigte Kraftbedarf des Herzens ganz beträchtlich. In der Verlängerung der relativen Systolendauer ist also dem Herzen allein durch die Umstellung seiner Arbeitsform eine ganz wesentliche Möglichkeit zur Kompensation der eigentlichen muskulären Leistung bezw. Leistungs-

schwäche gegeben. Erkauft wird dieselbe jedoch nach den Ausführungen von Schlomka über die Bedeutung der Systolenlänge für die diastolische Füllung des Herzens wohl stets mit einer gewissen Entleerungshemmung der großen Venen. Es würde dies bedeuten, daß also eine mäßige Erhöhung des venösen Druckes wohl nicht immer als Zeichen eines Versagens der Kompensationsmöglichkeit eines kranken Herzmuskels gedeutet werden darf.

---

## Schrifttum.


Boden E.: „Elektrokardiographie für die ärztliche Praxis“ (Leipzig 1934).

Schlomka G.: „Ueber die Abhängigkeit der relativen Systolendauer des Gesunden vom Lebensalter“. Zeitschrift für Kreislaufforschung.

Schlomka: Med. Welt 1936.

Raab W.: „Untersuchungen über die relative Systolendauer im Ruhe-Elektrokardiogramm“ (Diss. Bonn 1936).

Schlomka G. u. Theiss O.: „Ueber das Verhalten der relativen Systolendauer beim Hochdruckkranken“. Zeitschrift für Kreislaufforschung.

Bohnenkamp: Zit. nach Schlomka.


---


Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dozenten Dr. Schlomka für die Zuweisung des Themas und freundliche Mithilfe bei der Abfassung meiner Arbeit herzlichen Dank auszusprechen.


---

## Lebenslauf.

Am 6. Mai 1913 wurde ich als Sohn des Hilfsschullehrers Peter Königs und seiner Ehefrau Maria geb. Gehlen in Aachen geboren. Das Reifezeugnis erhielt ich Ostern 1932 am Kaiser-Karls-Gymnasium zu Aachen. Im ersten Semester studierte ich an der Universität Köln. Seit dem Winter-Semester 1932 bin ich an der Universität Bonn immatrikuliert, wo ich am 4. August 1934 die ärztliche Vorprüfung bestand. Im Winter-Semester 1937 habe ich in Bonn das ärztliche Staatsexamen bestanden.

---